

青色 LD 励起 Tb³⁺:YLF レーザの自己パルス化特性と 能動 Q スイッチ動作

Self-Pulsation and Active Q-switching of Tb³⁺-doped YLF Laser

Pumped by Blue-Diode Laser

慶大理工 °(B)内田達三, (M1)塩谷優太, 神成文彦

Keio Univ. ° Tatsuzo Uchida, Yuta Shioya, , and Fumihiko Kannari

E-mail: kannari@elec.keio.ac.jp

緑色(~544 nm)および黄色(~600 nm)にレーザ遷移を持つ Tb³⁺ドープフッ化物結晶は、その上準位寿命が~5 ms と非常に長いことからエネルギー蓄積性能に優れたレーザ媒質である。反面、誘導放出断面積が低く飽和エネルギーが非常に高くなる。近年、光励起半導体レーザの2倍波や InGaN 半導体レーザが励起に適した波長 485nm で高出力化され、Pr³⁺ドープフッ化物結晶レーザと並んで全固体可視域レーザとしての特性に注目が集まっている [1-3]。InGaN 半導体レーザ励起半導体では、これまでシングルモードのテーパー LD による励起しか報告されていないが、今回我々は 2W 出力の高出力マルチモード InGaN LD 2 台 (488, 487 nm) を偏光結合させて励起を行い、CW 発振と音響光変調器を用いた Q スイッチ動作を行った。

YLF 結晶への Tb³⁺イオンドープ濃度は非常に高くできるのが特徴であり、10⁻²² cm² と低い励起吸収断面積を高濃度ドープで補うことが原理的に可能である。しかし、レーザ上準位における活性イオン間のエネルギー移乗により、高密度励起状態では実質的な緩和過程が新たに生じ、Er³⁺ドープファイバレーザにおいて顕著に観察される自己パルス化[4]が Tb:YLF レーザでも容易に起きてしまう。ドープ濃度 15 at.% と 25 at.%, 長さ 15 mm の Tb:YLF 結晶で観測した CW レーザ発振時の自己パルス発振特性を Fig. 1(a)に示す。自己パルス発振の繰り返し周波数は Fig. 1(b)に示すように、共振器内光強度が強くなると高くなることから、緩和発振的な非線形性がわかる。また、蛍光寿命も励起強度に依存し、前述の緩和過程の存在を間接的に伺うことができる (Fig. 1(c))。

本講演では、この自己パルス動作を説明するレート方程式モデルによる解析に加え、Co:MALO 可飽和吸収体を用いた受動 Q スイッチ動作と光音響変調器(AOM)を用いた能動 Q スイッチ動作から、Tb:YLF の高いエネルギー蓄積能力を反映した高エネルギーパルス発生に適したレーザとしての資質を議論する。

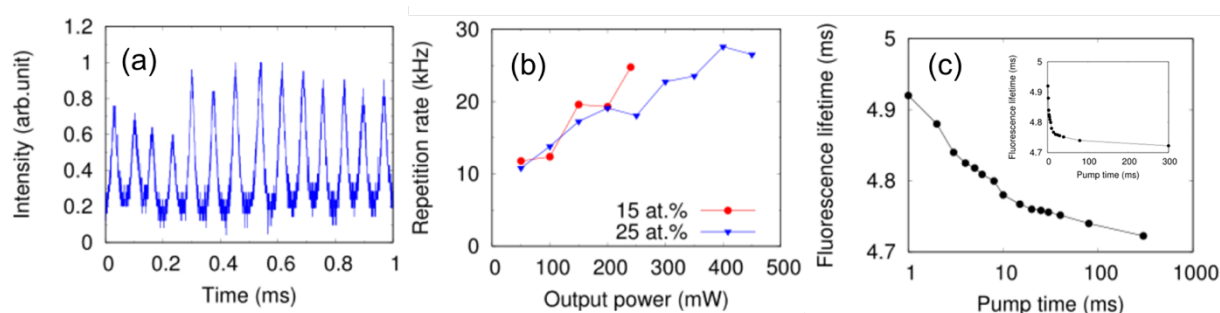


Fig. 1 (a) Self-pulsation of Tb:YLF laser, (b) Dependence of self-pulsation frequency on laser output power, and (c) Dependence of fluorescence lifetime on pulse pumping time.

参考文献

- [1] P. W. Metz et al., Laser Photon. Rev. 10, 335 (2016).
- [2] E.C.-Hernandez et al., Laser & Photo. Rev. 14, 1900229 (2020).
- [3] H. Chen et al, Opt. Lett. 45, 5558 (2020).
- [4] F Sanchez et al., Phys. Rev. A. 48, 2220 (1993).